

10 Rec

06 JUL 2004

PCT/JP03/01272

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

06.02.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 2月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-031190

[ST.10/C]:

[JP2002-031190]

出 願 人

Applicant(s):

東洋バルヴ株式会社

REC'D 04 APR 2003

WIPO

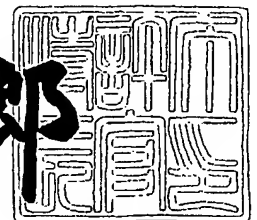
PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 3月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3017491

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02-001-TB

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01F 1/34

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県茅野市金沢茂左久保 5 1 2 5 番地 東洋バルヴ株式会社 R & D セクター内

    【氏名】 田中 利暖

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県茅野市金沢茂左久保 5 1 2 5 番地 東洋バルヴ株式会社 生産技術部内

    【氏名】 一ノ瀬 忠治

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県茅野市金沢茂左久保 5 1 2 5 番地 東洋バルヴ株式会社 R & D セクター内

    【氏名】 矢田 勝久

【特許出願人】

    【識別番号】 000222369

    【氏名又は名称】 東洋バルヴ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100100055

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三枝 弘明

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 032768

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 流量調整弁、流量測定装置、流量制御装置及び流量測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流路内にて動作可能に配置された弁体を備え、該弁体の弁開度に応じて流体の流量を調整可能な流量調整弁であって、

前記流体により前記弁体が受ける荷重のうち流路方向の力成分を検出する応力検出手段と、前記弁体の開度を検出する弁開度検出手段とを有することを特徴とする流量調整弁。

【請求項 2】 前記弁体は、前記流路方向に対して交差する軸周りに回転可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の流量調整弁。

【請求項 3】 前記応力検出手段は、前記弁体若しくは前記弁体に対し少なくとも前記流路方向に固定された部材と、前記弁体を回転可能に軸支するハウジング若しくは該ハウジングに対し少なくとも前記流路方向に固定された部材との間の力、相対変位、又は、相対歪を検出する検出器を含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の流量調整弁。

【請求項 4】 流路内にて動作可能に配置された弁体を備え、該弁体の弁開度に応じて流体の流量を調整可能な流量調整弁と、

前記流体により前記弁体が受ける荷重のうち流路方向の力成分を検出する応力検出手段と 前記弁体の弁開度を検出する弁開度検出手段と、

前記応力検出手段によって検出された前記力成分と、前記弁開度検出手段によって検出された前記弁開度とを用いて、前記流体の流量を求める流量算出手段と

を有することを特徴とする流量測定装置。

【請求項 5】 前記弁体は、前記流路方向に対して交差する軸周りに回転可能に構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の流量測定装置。

【請求項 6】 前記応力検出手段は、前記弁体若しくは前記弁体に対し少なくとも前記流路方向に固定された部材と、前記弁体を回転可能に軸支するハウジング若しくは該ハウジングに対し少なくとも前記流路方向に固定された部材との間の力、相対変位、又は、相対歪を検出する検出器を含むことを特徴とする請求

項 5 又は請求項 6 に記載の流量測定装置。

【請求項 7】 前記流量算出手段は、前記力成分に基づいて前記弁体の上流側と下流側の差圧を求める差圧変換手段と、前記差圧及び前記弁開度に基づいて前記流量を求める流量変換手段とを有することを特徴とする請求項 5 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の流量測定装置。

【請求項 8】 流路内にて動作可能に配置された弁体を備え、該弁体の弁開度に応じて流体の流量を調整可能な流量調整弁と、

前記流体により前記弁体が受ける荷重のうち流路方向の力成分を検出する応力検出手段と、

前記弁体の弁開度を検出する弁開度検出手段と、

前記弁体を動作させる弁体駆動手段と、

前記応力検出手段によって検出された前記力成分と、前記弁開度検出手段によって検出された前記弁開度とを用いて前記流体の流量を求める流量算出手段と、

前記流量に応じて前記弁体駆動手段を制御する弁開度制御手段と、  
を有することを特徴とする流量制御装置。

【請求項 9】 前記弁体は、前記流路方向に対して交差する軸周りに回転可能に構成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の流量制御装置。

【請求項 10】 前記応力検出手段は、前記弁体若しくは前記弁体に対し少なくとも前記流路方向に固定された部材と、前記弁体を回転可能に軸支するハウジング若しくは該ハウジングに対し少なくとも前記流路方向に固定された部材との間の力、相対変位、又は、相対歪を検出する検出器を含むことを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 に記載の流量制御装置。

【請求項 11】 前記流量算出手段は、前記力成分に基づいて前記弁体の上流側と下流側の差圧を求める差圧変換手段と、前記差圧及び前記弁開度に基づいて前記流量を求める流量変換手段とを有することを特徴とする請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の流量制御装置。

【請求項 12】 前記弁開度制御手段は、前記流量を積算して求められた積算流量と、その目標値とを比較して、前記弁体駆動手段を制御するように構成されていることを特徴とする請求項 8 乃至請求項 11 のいずれか 1 項に記載の流量

制御装置。

【請求項 1 3】 流路内にて動作可能に配置された弁体を備え、該弁体の弁開度に応じて流体の流量を調整可能な流量調整弁に対して、前記弁開度を検出するとともに、前記流体により前記弁体が受ける荷重のうち前記流路方向の力成分を検出し、

前記弁開度と前記力成分とに基づいて前記流量を求めることを特徴とする流量測定方法。

【請求項 1 4】 前記流量算出手段は、前記力成分に基づいて前記弁体の上流側と下流側の差圧を求め、該差圧及び前記弁開度に基づいて前記流量を求めることを特徴とする請求項 1 3 に記載の流量測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、流量調整弁、流量測定装置、流量制御装置及び流量測定方法に係り、特に、バタフライ弁を用いる場合に好適な流量測定技術或いは流量制御技術に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般に、流路方向に対してほぼ直交する軸周りに回転する板状の弁体をハウジングに対して回転可能に構成してなるバタフライ弁が知られている。このバタフライ弁は、弁体の弁開度によって流量を制御できるように構成されている。

【0 0 0 3】

このバタフライ弁を利用して流量を測定する方法、及び、流量を制御する方法が、特開平 7 - 1 7 4 5 9 6 号公報に記載されている。この公報には、バタフライ弁の弁体のダイナミックトルクを検出し、このダイナミックトルクと弁開度とからバタフライ弁を通過する流量を測定するようにしている。また、上記のようにして測定された流量に基づいてバタフライ弁の弁開度を制御する制御系についても記載されている。

【0 0 0 4】

一方、流体の流量を測定する技術としては、オリフィスの上流側と下流側の流体圧力をそれぞれ検出し、上下の差圧から流量を算出するオリフィス流量計が知られている。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報に記載されたバタフライ弁の流量測定方法或いは流量制御方法においては、弁体が流体から受けるダイナミックトルクを検出するので、流体から受ける応力のうち、一部分のみがトルクに寄与するだけであり、特に、弁開度が全閉状態若しくは全開状態に近い場合にはダイナミックトルクが急激に小さくなる。また、検出するダイナミックトルクは弁体の開閉動作と同じ方向のトルクであるため、流体から受けるダイナミックトルクのみを検出することが困難である。したがって、感度及び精度が低く、水と同程度の比重を有する流体については使用可能であるが、流体の比重が軽くなると測定が困難になるという問題点がある。また、バタフライ弁の開閉トルクとダイナミックトルクとを分離して検出する必要があるので、検出手段が複雑化するという問題点もある。

## 【 0 0 0 6 】

これに対して、オリフィス流量計は差圧に基づいて流量を測定するために上記のような問題点はないが、オリフィスの径によって流量範囲が限定されるという問題点があり、また、下流側の圧力測定点ではオリフィスを通過した後に生ずる流体の乱れによりデータが不安定になり、特に差圧が高いと検出データの不安定性が更に高まり、測定自体ができなくなる場合もある。さらに、オリフィス流量計では圧力の被検出部を上流側と下流側の2箇所設ける必要があるので、流量測定のための構造をコンパクトに構成することができないという問題点もある。

## 【 0 0 0 7 】

そこで本発明は上記問題点を解決するものであり、その課題は、弁の構造内において検出を行うことが可能であり、しかも、従来よりも感度及び精度の高い流量測定が可能な弁構造、この弁構造を用いた流量測定装置、又は、この弁構造を用いた流量制御装置を提供することにある。

## 【 0 0 0 8 】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明の流量調整弁は、流路内にて動作可能に配置された弁体を備え、該弁体の弁開度に応じて流体の流量を調整可能な流量調整弁であって、前記流体により前記弁体が受ける荷重のうち前記流路方向の力成分を検出する応力検出手段と、前記弁体の開度を検出する弁開度検出手段とを有することを特徴とする。

## 【0009】

この発明によれば、流体から弁体が受ける荷重のうち流路方向の力成分を検出する応力検出手段を有することによって、当該力成分は、流体から受ける荷重のうち、弁体前後の流体の差圧に起因する部分のほぼ全体を反映していることとなるため、検出値そのものが従来方法に較べて大きくなるとともに、その検出値は弁開度にほとんど依存しないことから、流量調整弁の上流側と下流側の差圧に相当する値を十分な感度及び精度で得ることが可能になる。これにより、例えば、水よりも小さい比重を有する液体や気体などのような流体にも適用可能になる。また、弁体の動作方向と一致する方向のダイナミックトルクを検出する必要がなく、流路の方向に向いた応力成分を検出すれば足りるので、検出状態が弁体の開閉動作（本質的に流路の方向を動作方向とする開閉動作は有り得ない。）に影響されにくくなり、検出精度を更に高めることが可能になるとともに、検出器の構造、演算処理などを簡易に構成することが可能になる。さらに、オリフィスを用いた流量測定技術のように2箇所の圧力を検出して差圧を求める必要がないので、コンパクトに構成できるとともに、オリフィスを通過した後に生ずる乱流等に起因する圧力変動の影響を低減することができ、安定した検出値を得ることができる。

## 【0010】

なお、この発明に言う応力検出手段とは、上記力成分に対応する出力を得ることができるものを広く包含する。したがって、流体から弁体が受ける流路方向の応力  $f$  そのものを出力するものに限らず、当該応力  $f$  に変換可能な流路の方向の変位量や流路の方向の歪量を検出するものであっても構わない。ただし、弁体の回転方向のトルクや流路の方向と直交する力成分を検出するものを含まない。



## 【 0 0 1 1 】

ここで、流体より弁体が受ける荷重のうち流路方向の力成分は、弁体前後の流体の差圧に直接に起因する応力乃至は圧力であり、流体の粘性や流速、或いは、弁開度に対してほとんど依存しない特性を有する。また、弁体全体が流路方向に受ける力成分であり、弁体に加わるダイナミックトルクのような成分とは異なる。

## 【 0 0 1 2 】

また、弁開度検出手段とは、弁開度に対応する出力を得ることができるものを広く包含する。したがって、弁開度そのものを出力するものに限らず、弁開度に変換可能な回転角、移動量、駆動圧力、ネジ送り量などを検出するものであっても構わない。

## 【 0 0 1 3 】

本発明において、前記弁体は、前記流路方向に対して交差する軸周りに回転可能に構成されていることが好ましい。弁体が流路方向に対して交差する軸周りに回転可能に構成されている場合（回転弁の場合）には、弁体の回転によって弁開度が変わるが、上記の応力検出手段が弁体の回転によって直接に影響を受けない流路方向の力成分を検出するようになっているため、弁体の開閉動作による影響を低減して検出精度を更に高めることができるとともに、検出手段も簡易に構成することができる。

## 【 0 0 1 4 】

本発明において、前記応力検出手段は、前記弁体若しくは前記弁体に対し少なくとも前記流路方向に固定された部材と、前記弁体を回転可能に軸支するハウジング若しくは該ハウジングに対し少なくとも前記流路方向に固定された部材との間の力、相対変位、又は、相対歪を検出する検出器を含むことが好ましい。このような検出器は、従来の弁構造を僅かに修正するだけで容易に取り付けることが可能であり、構造をいたずらに複雑化することもない。この場合、検出器による検出部位は、弁体に限らず、弁体を支持する弁棒や軸支部などであってもよい。特に、弁体の開閉動作と共に動作せずに、弁体に対して流路方向には固定されている部分（例えば、回転弁における弁体と共に回転せず、弁体に対して回転自在

に連結されている軸支部など)に検出部位を設定することが、弁体の開閉動作による影響をより低減できる上で望ましい。

## 【 0 0 1 5 】

次に、本発明の流量測定装置は、流路内にて動作可能に配置された弁体を備え、該弁体の弁開度に応じて流体の流量を調整可能な流量調整弁と、前記流体により前記弁体が受ける前記流路方向の力成分を検出する応力検出手段と、前記弁体の弁開度を検出する弁開度検出手段と、前記応力検出手段によって検出された前記力成分と、前記弁開度検出手段によって検出された前記弁開度とを用いて、前記流体の流量を求める流量算出手段と、を有することを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

本発明において、前記弁体は、前記流路方向に対して交差する軸周りに回転可能に構成されていることが好ましい。

## 【 0 0 1 7 】

本発明において、前記応力検出手段は、前記弁体若しくは前記弁体に対し少なくとも前記流路方向に固定された部材と、前記弁体を回転可能に軸支するハウジング若しくは該ハウジングに対し少なくとも前記流路方向に固定された部材との間の力、相対変位、又は、相対歪を検出する検出器を含むことが好ましい。

## 【 0 0 1 8 】

本発明において、前記流量算出手段は、前記力成分に基づいて前記弁体の上流側と下流側の差圧を求める差圧変換手段と、前記差圧及び前記弁開度に基づいて前記流量を求める流量変換手段とを有することが好ましい。

## 【 0 0 1 9 】

次に、本発明の流量制御装置は、流路内にて動作可能に配置された弁体を備え、該弁体の弁開度に応じて流体の流量を調整可能な流量調整弁と、前記流体により前記弁体が受ける前記流路方向の力成分を検出する応力検出手段と、前記弁体の弁開度を検出する弁開度検出手段と、前記弁体を動作させる弁体駆動手段と、前記応力検出手段によって検出された前記力成分と、前記弁開度検出手段によって検出された前記弁開度とを用いて前記流体の流量を求める流量算出手段と、前記流量に応じて前記弁体駆動手段を制御する弁開度制御手段と、を有することを

特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本発明において、前記弁体は、前記流路方向に対して交差する軸周りに回転可能に構成されていることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

本発明において、前記応力検出手段は、前記弁体若しくは前記弁体に対し少なくとも前記流路方向に固定された部材と、前記弁体を回転可能に軸支するハウジング若しくは該ハウジングに対し少なくとも前記流路方向に固定された部材との間の力、相対変位、又は、相対歪を検出する検出器を含むことが好ましい。

【 0 0 2 2 】

本発明において、前記流量算出手段は、前記力成分に基づいて前記弁体の上流側と下流側の差圧を求める差圧変換手段と、前記差圧及び前記弁開度に基づいて前記流量を求める流量変換手段とを有することが好ましい。

【 0 0 2 3 】

本発明において、前記弁開度制御手段は、前記流量を積算して求められた積算流量と、その目標値とを比較して、前記弁体駆動手段を制御するように構成されていることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

次に、本発明の流量測定方法は、流路内にて動作可能に配置された弁体を備え、該弁体の弁開度に応じて流体の流量を調整可能な流量調整弁に対して、前記弁開度を検出するとともに、前記流体により前記弁体を受ける前記流路方向の力成分を検出し、前記弁開度と前記力成分とに基づいて前記流量を求めることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明において、前記流量算出手段は、前記力成分に基づいて前記弁体の上流側と下流側の差圧を求め、該差圧及び前記弁開度に基づいて前記流量を求めることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

次に、添付図面を参照して本発明に係る流量調整弁、流量測定装置、流量制御装置及び流量測定方法の実施形態について詳細に説明する。なお、本発明に言う「流量調整弁」とは、機能的な概念であり、結果的に流量を調整することが可能な構造を有する弁を全て包含するものである。したがって、一般に用いられている流量を調整する目的で用いられる弁のみに限定されない。

## 【 0 0 2 7 】

本発明を実施する場合においては、流量調整弁の弁体が流体から受ける荷重のうち流路方向の力成分（以下、単に「応力」という。）を検出する。この応力の検出は、検出器が弁体から受ける応力を直接検出する方法であってもよく、また、弁体の相対変位（例えばハウジングに対する変位）や弁体の相対歪（例えばハウジングに対する歪）などを検出することによって上記応力に相当する値を得る方法であってもよい。この流体から弁体が流路の方向に受ける応力  $f$  は、弁開度  $\theta$  を固定した場合、流量調整弁の弁体の上流側と下流側の差圧  $\Delta P$  とある種の相関（通常は正の相関、特に傾きが正の 1 次関数に近い相関）を有するものであり、

$$\Delta P = A(f) \quad \dots (1)$$

と表すことができる。この関数  $A$  は、応力  $f$  と差圧  $\Delta P$  との関係を測定することによって所定の弁開度  $\theta$  毎に得ることができる。

## 【 0 0 2 8 】

一方、上記と同様に弁開度  $\theta$  を固定した状態で、差圧  $\Delta P$  と流量  $Q$  を測定することによって、流量調整弁の固有値である  $CV$  値が求められる。この  $CV$  値は弁開度  $\theta$  の関数でもあり、 $\alpha$  を定数、 $G$  を流体の比重とすれば、 $CV$  値は、

$$CV = \alpha \cdot Q \cdot (G / \Delta P)^{1/2} \quad \dots (2)$$

となる。したがって、上記の差圧  $\Delta P$  と  $CV$  値とが求まれば、流量  $Q$  を求めることが可能になる。すなわち、流量  $Q$  は一般に、

$$\begin{aligned} Q &= CV / \{ \alpha (G / \Delta P)^{1/2} \} \\ &= CV / \{ \alpha (G / A(f))^{1/2} \} \quad \dots (3) \end{aligned}$$

となる。

## 【 0 0 2 9 】

一般的には、上記式（３）の関数  $A$  や  $CV$  値は弁開度  $\theta$  によって変化すると考えられるので、 $A(f) = B(f, \theta)$ 、 $CV = C(\theta)$  とすれば、

$$Q = C(\theta) / \{ \alpha (G/B(f, \theta))^{1/2} \} \quad \dots (4)$$

となる。したがって、 $B(f, \theta)$  と  $C(\theta)$  を実験により決定すれば、

$$Q = D(f, \theta) \quad \dots (5)$$

の関数  $D$  が決定されることになる。すなわち、応力  $f$  と弁開度  $\theta$  とを検出することにより、流量  $Q$  を求めることができる。

#### 【 0 0 3 0 】

以上説明したように、本発明では、応力  $f$  と弁開度  $\theta$  とから関数  $D$  を用いて直接流量  $Q$  を求めることができる。また、本発明では、応力  $f$  を弁開度  $\theta$  に応じて上記関数  $B$  を用いて差圧  $\Delta P$  に変換することができる。また、この差圧  $\Delta P$  と弁開度  $\theta$  とから上記式（４）を用いて流量  $Q$  を求めることもできる。後者の場合には、弁開度  $\theta$  に応じた  $CV$  値を用いて差圧  $\Delta P$  を流量  $Q$  に変換できる。したがって、一般の差圧式流量計と同様の演算プロセス或いは変換器を用いることが可能になり、また、流量調整弁の上流側と下流側の圧力を測定して差圧  $\Delta P$  を測定し、上記関数  $B$  により求めた差圧と比較したり、当該差圧を更正したりすることも可能になる。

#### 【 0 0 3 1 】

図 1 は、本発明に係る流量制御装置の概略構成を示す概略構成図である。この流量制御装置 10 はバタフライ弁等で構成される流量調整弁 11 を有している。この流量調整弁 11 は、ハウジング 11a と、ハウジング 11a の内部に配置された弁体 11b と、弁体 11b に接続され弁体 11b を駆動するための弁棒 11c と、この弁棒 11c とは別に弁体 11b（例えばその下端）をハウジング 11a に軸支する軸支部（下部弁棒）11d とを備えている。ここで、流量調整弁 11 は流路の上流側と下流側の部分を構成する配管 21、22 に接続されている。

#### 【 0 0 3 2 】

上記流量調整弁 11 には、弁体 11b の弁開度を検出する弁開度検出手段 12 が装備されている。この弁開度検出手段 12 は、弁棒 11c の回転角に応じた検出値を出力する、ロータリエンコーダやポテンシオメータ等で構成される弁開度

検出器 1 2 A と、この弁開度検出器 1 2 A の検出値を受けて弁開度（例えば弁体 1 1 b の回転角） $\theta$  に対応する弁開度信号  $\theta_m$  を出力する弁開度変換器 1 2 B とを備えている。

## 【 0 0 3 3 】

また、流量調整弁 1 1 には、弁体 1 1 b に対して少なくとも図示矢印で示す流路方向に固定された上記の軸支部 1 1 d に加わる流体の応力を検出する応力検出手段 1 3 が装備されている。この応力検出手段 1 3 は、軸支部 1 1 d から受ける力を直接検出するロードセル、軸支部 1 1 d の変位を検出する変位センサ、軸支部 1 1 d の歪を検出する歪ゲージなどで構成される応力検出器 1 3 A と、この応力検出器 1 2 A の検出値から、流体により弁体 1 1 b に加わる流路の方向の応力に対応する応力信号  $f_m$  を出力する応力変換器 1 3 B とを備えている。なお、軸支部 1 1 d から受ける流路の方向の応力を結果的に反映した信号を得るための応力検出器 1 3 A をそのまま用いるのではなく、例えば、軸支部 1 1 d などの検出部位と応力検出器 1 3 A との間に、リンク機構を介在させることにより、検出部位から受ける応力、変位又は歪を増幅して検出するようにしてもよい。もちろん、応力検出器 1 3 A を出力を電氣的な増幅器により増幅するようにしても構わない。いずれにしても、応力検出器 1 3 A としては、弁体 1 1 b が流路の方向（図示矢印）に受ける力成分を求めるための手段である必要があり、弁体 1 1 b が回転方向に受けるトルクや流路の方向と直交する方向に受ける応力のみを検出するための手段を含まない。

## 【 0 0 3 4 】

上記の弁開度検出手段 1 2 から出力される弁開度信号  $\theta_m$  と、上記の応力検出手段 1 3 から出力される応力信号  $f_m$  とは、流量算出手段 1 4 に入力される。この流量算出手段 1 4 は、CPU（中央処理ユニット）等の演算ユニットや演算回路等で構成される演算器 1 4 A と、この演算器 1 4 A において行われる流量計算に必要なパラメータ等を与える EEPROM 等のメモリで構成できる記憶装置 1 4 B とを有する構成とすることができる。

## 【 0 0 3 5 】

上記流量算出手段 1 4 は、上記弁開度信号  $\theta_m$  と応力信号  $f_m$  とに基づいて一

且差圧 $\Delta P_m$ を算出する。この演算プロセスは、上記差圧変換手段を構成する。この差圧変換は、応力信号 $f_m$ で示される応力 $f$ 及び弁開度信号 $\theta_m$ で示される弁開度 $\theta$ と、差圧 $\Delta P$ との関係を示す実験データに基づいて行われる。もちろん、実験データの代りに、所定の理論式やこの理論式に基づいたデータ（変換テーブルなど）を用いてもよい。なお、流路算出手段14が求める差圧 $\Delta P$ は、上記のように検出された応力 $f$ と弁開度 $\theta$ とから類推（算出）されたものであって、実際に弁体11bの上流側と下流側とで検出した圧力から求めた差圧とは必ずしも厳密に一致する必要はない。

## 【0036】

ところで、図3には、流路に水を流した状態で弁開度 $\theta$ を30～60度の範囲で変化させたときの応力 $f$ と差圧 $\Delta P$ との関係を示す。応力 $f$ と差圧 $\Delta P$ の間には正の相関が認められ、ほぼ正比例の関係にある。また、一般には上述のように差圧 $\Delta P = B(f, \theta)$ という関係にあるものと考えられるが、このデータを見ると、差圧 $\Delta P$ は弁開度 $\theta$ にほとんど依存せず、応力 $f$ のみによってほぼ決定されることがわかる。換言すれば、応力 $f$ 、すなわち弁体が流体から受ける荷重のうち流路方向の力成分は、基本的にはほとんど弁体前後（上流側と下流側）の差圧 $\Delta P$ によって生じていることになる。

## 【0037】

弁開度 $\theta$ が変化すると、弁体により構成されるオリフィス形状も変化するため、差圧 $\Delta P$ は弁開度 $\theta$ によっても変化するはずであるが、相関の態様そのもの（線形性）はほとんど変わらないし、また、その値の変化も実際にはきわめて小さい。したがって、上記差圧 $\Delta P$ を求めるプロセスにおいて、上述のように弁開度 $\theta$ を用いることなく、応力 $f$ のみを用いて直接差圧 $\Delta P$ を求めるようにしてもよい。このように、本実施形態で検出する応力 $f$ は差圧 $\Delta P$ をほぼ正確に反映している量であるので、従来のダイナミックトルクのように種々のパラメータが複雑に絡み合って生ずる値を用いる場合に較べて、流量の感度及び精度を大幅に向上させることができる。また、図示例のようなバタフライ弁では、従来のダイナミックトルクと差圧 $\Delta P$ との相関は弁開度 $\theta$ によって大きく変化するので、弁開度が全閉状態若しくは全開状態に近い領域においては感度及び精度が急激に低下す

るのに対し、本実施形態では応力  $f$  と差圧  $\Delta P$  との関係がダイナミックトルクのように弁開度  $\theta$  の変化により大きく変化するわけではないので、感度や精度を弁開度の全範囲に亘って維持することが可能である。

## 【 0 0 3 8 】

次に、上記の差圧  $\Delta P_m$  と弁開度信号  $\theta_m$  とに基づいて流量を算出し、この流量を流量信号  $Q_m$  として出力する。この演算プロセスは、上記流量変換手段を構成する。この流量変換は、図 4 に示す上記の  $CV$  値と、弁開度信号  $\theta_m$  で示される弁開度  $\theta$  との関係を示す実験データに基づいて行われる。この  $CV$  値の弁開度依存性は、弁構造や流体の物性等によって種々の態様となる。ここで、実験データの代りに、所定の理論式やこの理論式に基づいたデータ（変換テーブルなど）を用いてもよい。

## 【 0 0 3 9 】

ここで、上記流量算出手段 1 4 を、上記の差圧変換手段を構成する差圧変換器と、上記の流量変換手段を構成する流量変換器とを別々の物理的な構成要素として有するものとすることも可能である。

## 【 0 0 4 0 】

なお、この流量算出手段 1 4 は、上記構成とは異なり、弁開度信号  $\theta_m$  と応力信号  $f_m$  とから直接流量信号  $Q_m$  を求めるようにしてもよい。この場合には、図 3 及び図 4 に示す実験データやその他の理論式に基づいて、上記関数  $D$  或いはこの関数  $D$  に基づくデータ（変換テーブルなど）を利用する。

## 【 0 0 4 1 】

また、上記の流量算出手段におけるプロセスは、上述したもの以外の他のパラメータを考慮したものとすることも可能である。例えば、上記実験データ等を実際に流れる流体を用いたり、実際の流体の状況と同じ温度などの条件で行ったりすることもできるが、流体の比重、粘性、温度特性などを考慮した補正を行うようにしてもよい。

## 【 0 0 4 2 】

上記の流量信号  $Q_m$  は、MPU（マイクロプロセッサユニット）や制御回路等で構成される制御手段 1 5 に入力される。この制御手段 1 5 は、流量信号  $Q_m$  と



、内部に保持された、或いは、入力装置16から入力された流量指令 $Q_s$ とに基づいて、制御信号 $R_m$ を弁体駆動手段18に送る。弁体駆動手段18は、弁棒11cを回転駆動することができる。弁体駆動手段18としては、各種モータ（電動アクチュエータ）、流体圧アクチュエータ等を用いることができる。また、入力装置16としては、キーボード、マウス、操作スイッチ、データを受信する受信装置などで構成することができる。

## 【0043】

ここで、制御手段15を、入力装置16から受けた弁開度指令 $\theta_s$ に基づいて弁体駆動手段18を駆動するように構成してもよい。この場合には、上記弁開度指令 $\theta_s$ と、弁開度検出手段12から受ける弁開度信号 $\theta_m$ とに基づいて、弁開度を制御することができる。より具体的には、フィードバック制御によって弁開度信号 $\theta_m$ を上記弁開度指令 $\theta_s$ に近づけるように制御することができる。この弁開度に対する直接的な制御は、上記の流量制御と選択的に実行できるように構成することが好ましい。すなわち、測定される流量を制御量とすることもでき、弁開度そのものを制御量とすることもできるように構成することが好ましい。

## 【0044】

また、制御手段15を、流量信号 $Q_m$ 、弁開度信号 $\theta_m$ 、差圧 $\Delta P_m$ の少なくともいずれかを出力装置17に出力（表示）できるように構成してもよい。出力装置17としては、プリンタやディスプレイ、データを送信する送信装置、外部通信手段（ロンワークス（Lon Works;商標）などのネットワークに対する接続手段）などで構成することができる。

## 【0045】

上記の制御手段15には、更に別の機能を与えることもできる。例えば、流量算出手段14からもたらされる流量信号 $Q_m$ を積算することによって積算流量を求め、この積算流量が所定の目標値に達したとき、弁開度を変化させる（例えば、全閉状態にする、或いは、全開状態にするなど）といった制御を行うことも可能である。また、積算流量による制御は行わなくても、積算流量を出力装置17に出力し、表示できるように構成してもよい。

## 【0046】

また、制御手段 1 5 により、応力  $f$  が所定の初期値（例えば流量 0 における値など）よりも小さいか、或いは、マイナス値として検出される場合には、流体が逆流していると判断し、警報を発したり、弁を閉鎖したりといった制御を行うようにしてもよい。

## 【 0 0 4 7 】

図 2 は、上記構成のうち、流量調整弁 1 1 の具体例を示すものである。流量調節弁 1 1 は、ハウジング 1 1 a に対して弁棒 1 1 c が回転可能な状態でパッキン等によってシールされている。弁棒 1 1 c の下端は弁体 1 1 b の内部に挿入された状態で弁体 1 1 b に対し固定されている。また、弁体 1 1 b は軸支部 1 1 d に対して回転自在に結合している。軸支部 1 1 d は、弁体 1 1 b や弁棒 1 1 c に対して図示矢印で示す流路の方向に関して固定されているとともに、回転方向に関してはハウジング 1 1 a に対して固定されている。したがって、弁体 1 1 b と駆動側の弁棒 1 1 c はハウジング 1 1 a に対して図示上下方向の軸線周りに回転可能に構成されているが、駆動側の弁棒 1 1 c とは反対側で弁体 1 1 b を支える軸支部（下部弁棒） 1 1 d はハウジング 1 1 a に対して回転しないように構成されている。

## 【 0 0 4 8 】

ハウジング 1 1 a の下部には、軸支部 1 1 d を露出するように形成されたネジ孔等の開口部 1 1 e が設けられ、この開口部 1 1 e の内部に応力検出器 1 3 A が配置され、ボルトや固定ネジ等の固定部材 1 1 f によって応力検出器 1 3 A の検出部位が被検出部（軸支部 1 1 d）に押し付けられた状態に保持されている。この応力検出器 1 3 A の検出部位と被検出部との間の加圧は、応力検出器 1 3 A の検出値を安定させる作用を果たす。この検出部位は、被検出部（軸支部 1 1 d）に対して接着等の手段により固定されていてもよい。

## 【 0 0 4 9 】

応力検出器 1 3 A は図示例ではロードセルである。この応力検出器 1 3 A は、被検出部である軸支部 1 1 d と、弁本体であるハウジング 1 1 a に固定された固定部材 1 1 f との間に配置され、両者間に作用する応力を検出できるように構成されている。図示例のロードセル等で構成された応力検出器 1 3 A は、流体から

弁体 1 1 b が流路の方向に受ける応力を、被検出部である軸支部 1 1 d を介して間接的に検出するようになっている。

## 【 0 0 5 0 】

応力検出器 1 3 A としては、上記のロードセルのように応力を直接検出するものに限定されない。流体から弁体 1 1 b が流路の方向に受ける応力に対応する量を結果として検出できるものであればよい。例えば、軸支部 1 1 d のハウジングに対する相対変位を検出する変位センサであってもよい。この相対変位は、軸支部 1 1 d の剛性に応じて、応力と正の相関を有する（例えばほぼ比例する）値を示すからである。また、応力検出器 1 3 A としては、軸支部 1 1 d の相対歪を検出する歪ゲージ（ダイヤフラム型半導体歪ゲージなど）を用いることもできる。軸支部 1 1 d の相対歪は、軸支部 1 1 d の剛性に応じて、応力と正の相関を有する（例えばほぼ比例する）値を示すからである。

## 【 0 0 5 1 】

応力検出器 1 3 A の配置は、図示例のように弁体 1 1 b に対し流路の方向に固定された部材（すなわち軸支部 1 1 d ）などに設定される被検出部の流路の方向下流側であることが好ましいが、これとは逆に、被検出部の流路の方向上流側に配置されていてもよい。この場合には、弁体 1 1 b に対し被検出部が下流側に変形することにより生ずる引張力を検出できるように、応力検出器 1 3 A の検出部位が弁体 1 1 b に対し被検出部、例えば流路の方向に固定された部材（軸支部 1 1 d ）、に固定された状態とすればよい。

## 【 0 0 5 2 】

また、弁体 1 1 b に対し流路の方向に固定された部材（すなわち軸支部 1 1 d ）は弁体 1 1 b の動作方向である回転方向にはハウジング 1 1 a に対して固定されているので、応力検出器 1 3 A の検出をより安定させることができる。すなわち、被検出部を弁体 1 1 b と共に回転せず固定された部分とすることにより、弁体 1 1 b の回転による検出値への影響を低減することが可能になる。ただし、本発明の被検出部は、上記軸支部 1 1 d に限らず、弁体 1 1 b 自体や、弁体 1 1 b と共に回転する弁棒 1 1 c に臨む部分であっても構わない。

## 【 0 0 5 3 】

なお、ボルト等で構成される固定手段 1 1 h は、軸支部（下部弁棒） 1 1 d をハウジング 1 1 a に対して固定するものであり、これにより、弁体 1 1 b の回転による軸支部 1 1 d の連れ周りが防止されるとともに、軸支部 1 1 d の弁体 1 1 b とは反対側の端部が固定されるので、当該端部が支点となることにより応力検出器 1 3 A の検出状態（検出値）を安定させることが可能になる。

## 【 0 0 5 4 】

また、シートリング 1 1 k は弁体 1 1 b の全閉状態における密閉性を確保するためのものであり、シートリング押え 1 1 m はシートリング 1 1 k をハウジング 1 1 a に保持するためのものである。さらに、ガイドリング 1 1 i は、軸支部 1 1 d とハウジング 1 1 a との間に介挿される筒状の部材であり、過剰な荷重が加わって応力検出器 1 3 A（ロードセル）が破損することを防止するものである。パッキン（Ｏリング） 1 1 j は、応力検出器 1 3 A の配置された部分に流体が侵入することを防止するためのものである。

## 【 0 0 5 5 】

スラストリング 1 1 n は弁体 1 1 b の下部を支持するとともに軸支部 1 1 d に対しその軸線方向に摺動自在に嵌合し、しかも、ハウジング 1 1 a 上を流路の方向に移動可能に構成されている。このスラストリング 1 1 n は、弁体 1 1 b の垂直方向の荷重を負担するとともに、軸支部 1 1 d が流路の方向に滑らかに移動可能（スライド可能）となるように、流路の方向の摺動抵抗を低減する働きをもつ。

## 【 0 0 5 6 】

図 5 は、上記の流量制御装置 1 0 において、流量調整弁 1 1 を通過する流体（水等の液体や空気等の気体）の流量がほぼ一定になるように構成し、応力検出手段 1 3 によって検出された応力  $f$  と、従来の差圧流量計、電磁流量計やマスフローメータ等で計測した実測流量（図示例では電磁流量計を用いている。）とを比較した結果を示すものである。基本的には従来の上記各種の従来の流量計では、いずれも図示点線で示すように流量が大きく上下に揺れ動き、ノイズ等が重畳して正確な測定値を得ることが難しく、検出の安定性が低いことがわかる。これに対して、本実施形態の応力検出手段 1 3 によって得られた応力  $f$  はきわめて

安定しており、精度も従来よりもかなり高くなっていることがわかる。

【0057】

図6は、上記の流量制御装置10において、流体の流量を変化させたときの応力 $f$ の変化と、上記と同様の従来の流量計で測定した結果とを比較して示すものである。ここで、応力 $f$ の目盛は、実験開始時（時間＝0）のときの応力値を0としてある。本実施形態で検出された応力 $f$ は従来の流量計のデータよりも0.3秒以上（0.5～1.0秒程度）早く変化が現れており、流量検出の応答速度が従来方法よりも速いことがわかる。

【0058】

以上説明したように、本実施形態によれば、弁体が流体から流路方向に受ける応力を検出し、この応力と、弁開度とから流量を求めるようにしている。上記応力は、弁体が流体から受ける応力をほとんど損失なくほぼそのまま反映するものである。弁体に加わるダイナミックトルクのように流体から受ける応力の一部に基づくものであるとともに弁開度によって急激に変化するものとは異なるため、従来よりも感度及び精度を大幅に向上できる。

【0059】

また、弁体が流路の方向に交差する軸線周りに回転するタイプの流量調整弁を用いていることから、ダイナミックトルクを検出する場合、弁体の回転トルクを検出しないように構成する必要があるが、流体から受けるダイナミックトルクのみを検出する必要が生ずるが、本実施形態では、上記応力は弁体の回転トルクとは直接関係がないため、特に処置を講ずることなく簡易な構成で流体から受ける応力のみを検出することができるという利点がある。

【0060】

尚、本発明の流量調整弁、流量測定装置、流量制御装置は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。例えば、上記の実施形態では、流量調整弁として、弁体が流路の方向と交差する方向に回転する回転弁（図示例ではバタフライ弁）を用いている。この回転弁としては、バタフライ弁の他にボール弁を用いることもできる。しかし、本発明の流量調整弁としては、上記のような回転弁に限ら

ず、流路の方向に流体から応力を受ける弁体を有するものであればよく、例えば、ゲート弁、仕切り弁、玉型弁、ダイヤフラム弁、ピンチ弁などと呼ばれる各種の弁構造に適用することも可能である。

【0061】

また、本発明の方法においては、上記の装置のように演算器や演算回路等を用いるのではなく、演算過程の一部若しくは全部を人手によって行うようにしても構わない。

【0062】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明によれば、流量を高い感度及び精度で求めることができる。また、コンパクトに構成することが可能になるとともに、乱流等の影響が少ない安定した流量値を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る流量制御装置の実施形態の全体構成を示す概略構成図である。

【図2】 流量調整弁の具体構造を、一部拡大図を伴って示す断面図である。

【図3】 検出された応力  $f$  と差圧  $\Delta P$  との関係を示すグラフである。

【図4】 弁開度  $\theta$  と  $CV$  値との関係（一例）を示すグラフである。

【図5】 流量が定常状態にあるときの差圧  $\Delta P$  と流量計による実測流量の時間変化を比較して示すグラフである。

【図6】 流量が変動する際の差圧  $\Delta P$  と流量計による実測流量の時間変化を比較して示すグラフである。

【符号の説明】

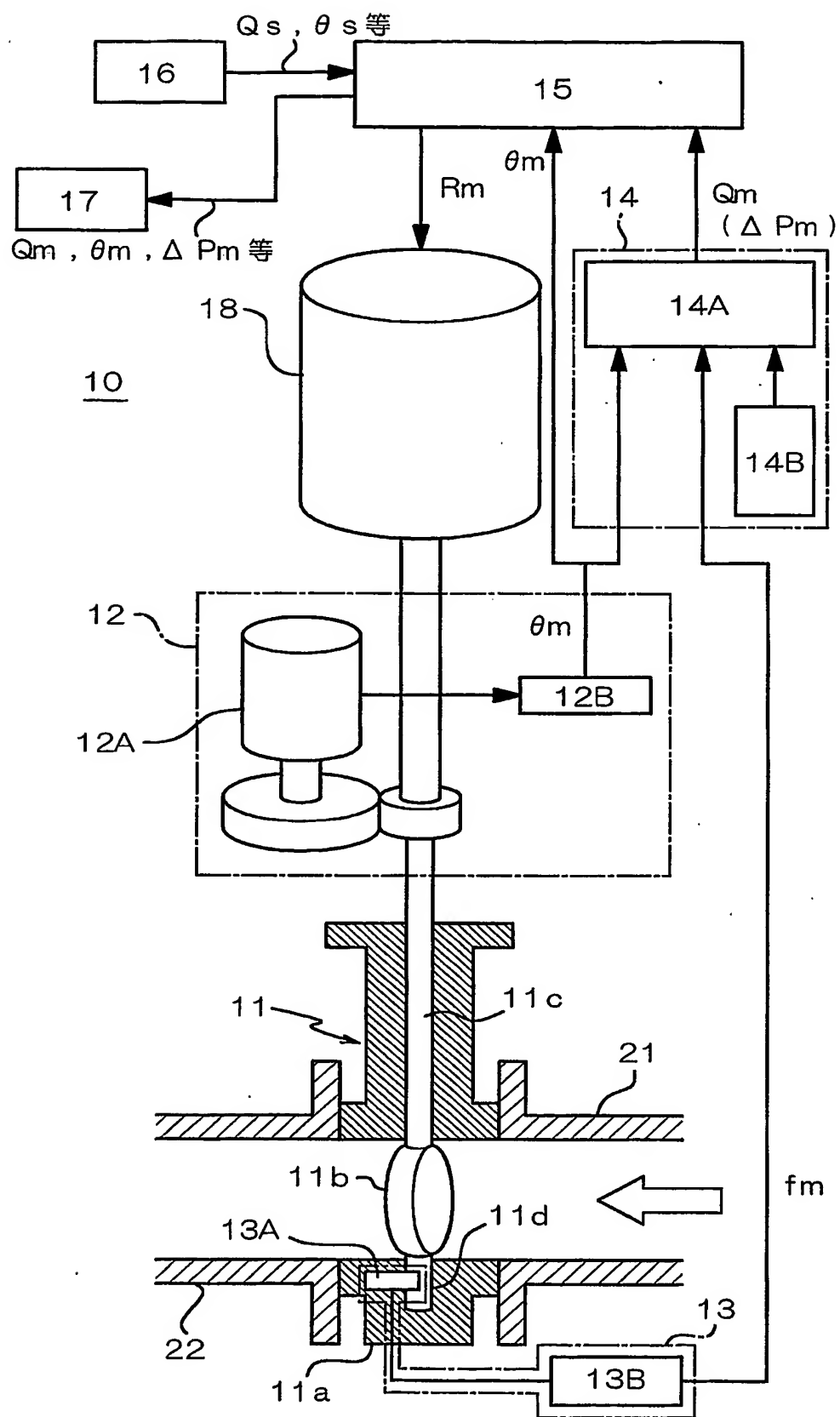
10・・・流量制御装置、11・・・流量調整弁、11a・・・ハウジング、11b・・・弁体、11c・・・弁棒、11d・・・軸支部、12・・・弁開度検出手段、13・・・応力検出手段、13A・・・応力検出器、14・・・流量算出手段、15・・・制御手段、16・・・入力装置、17・・・出力装置、18・・・弁体駆動手段、21，22・・・配管

特 2 0 0 2 - 0 3 1 1 9 0

【書類名】

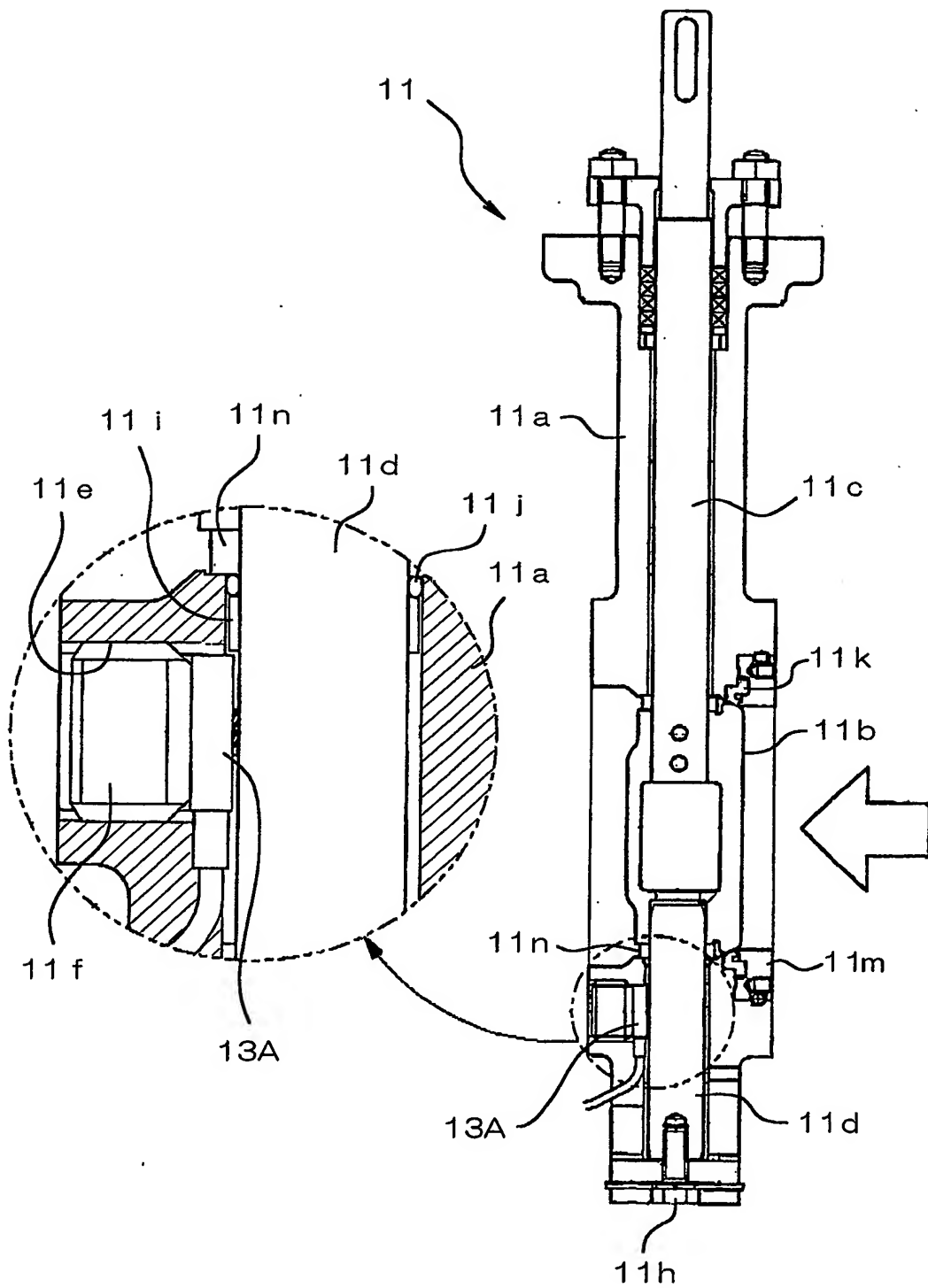
図面

【図 1】

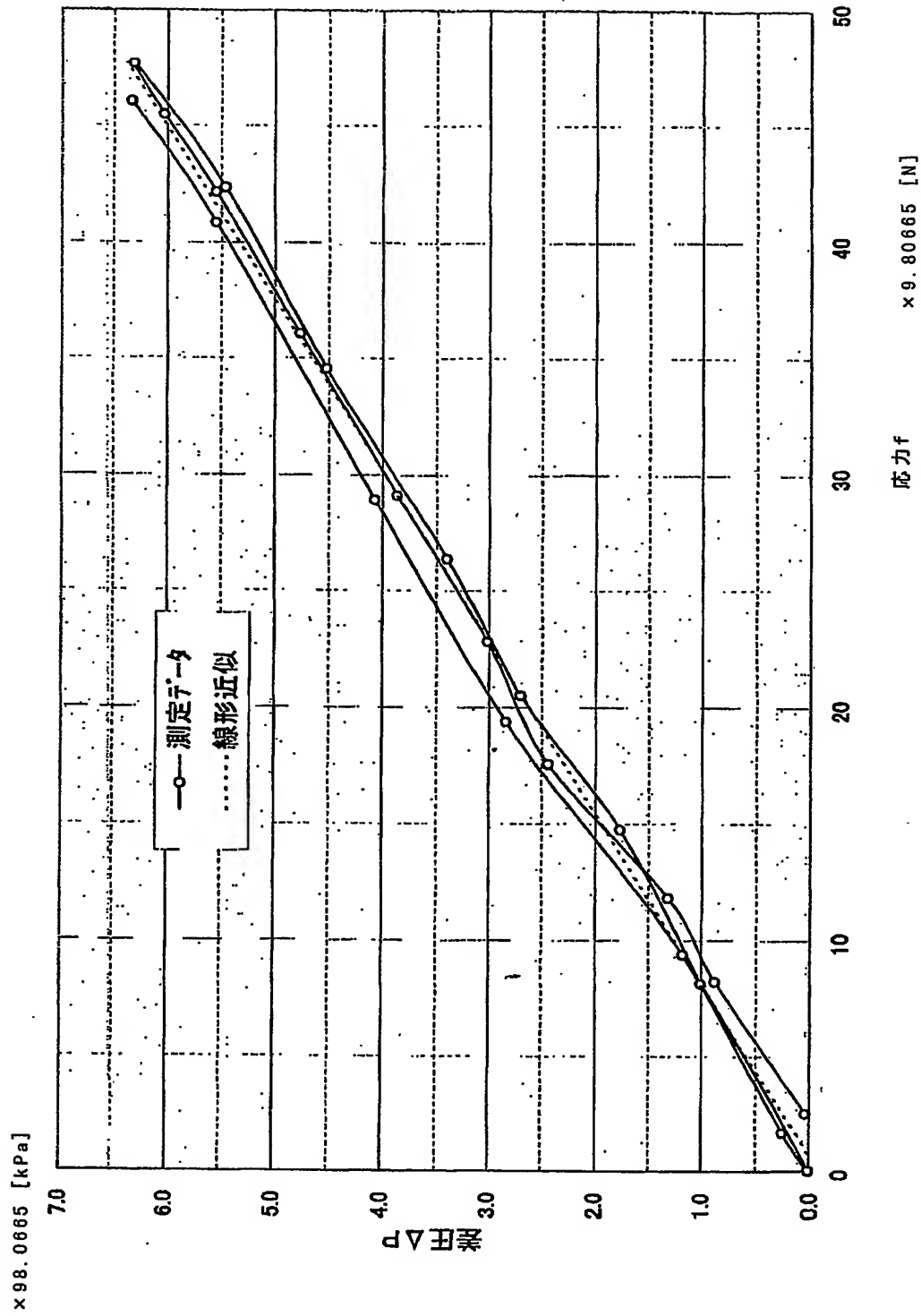




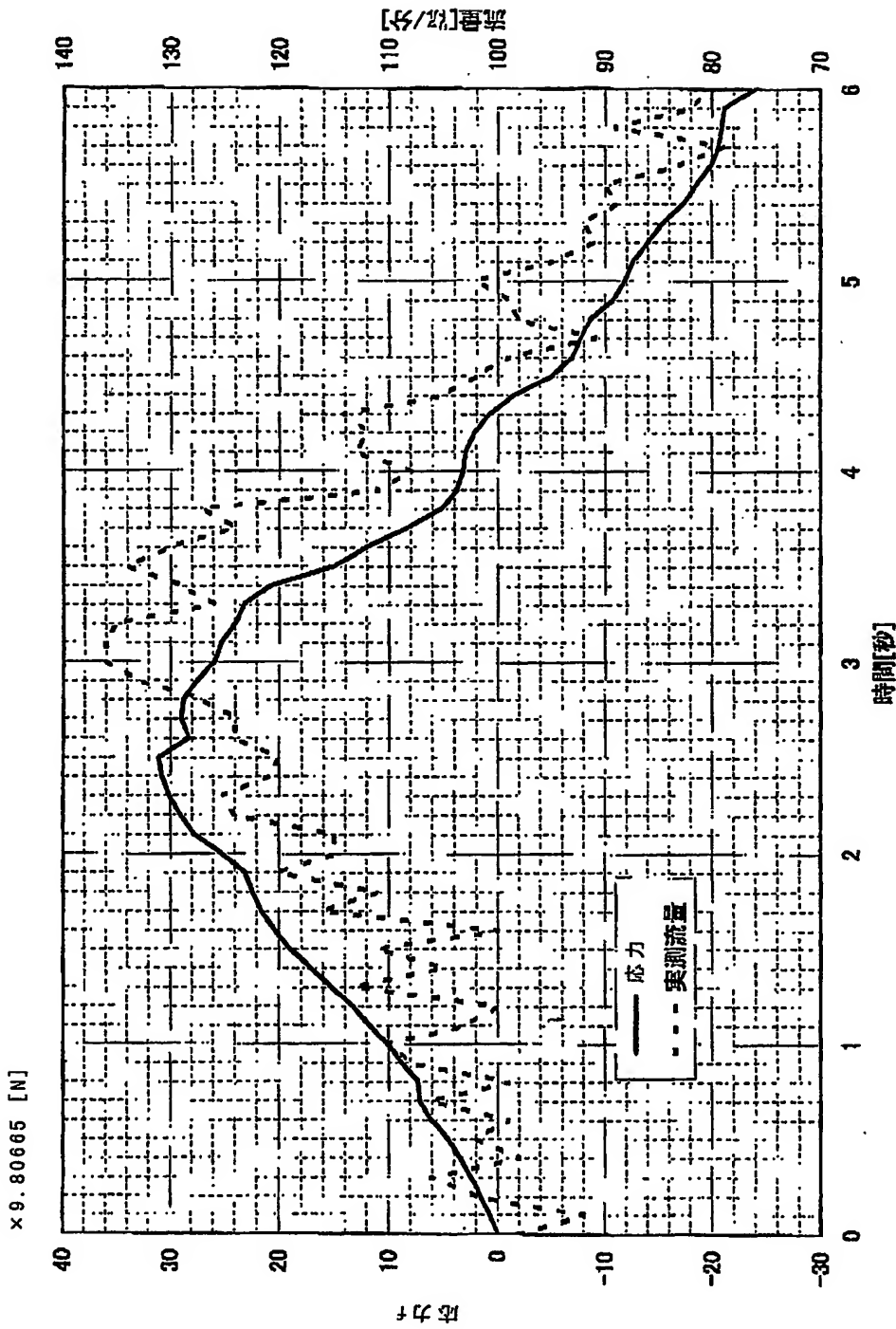
【図 2】



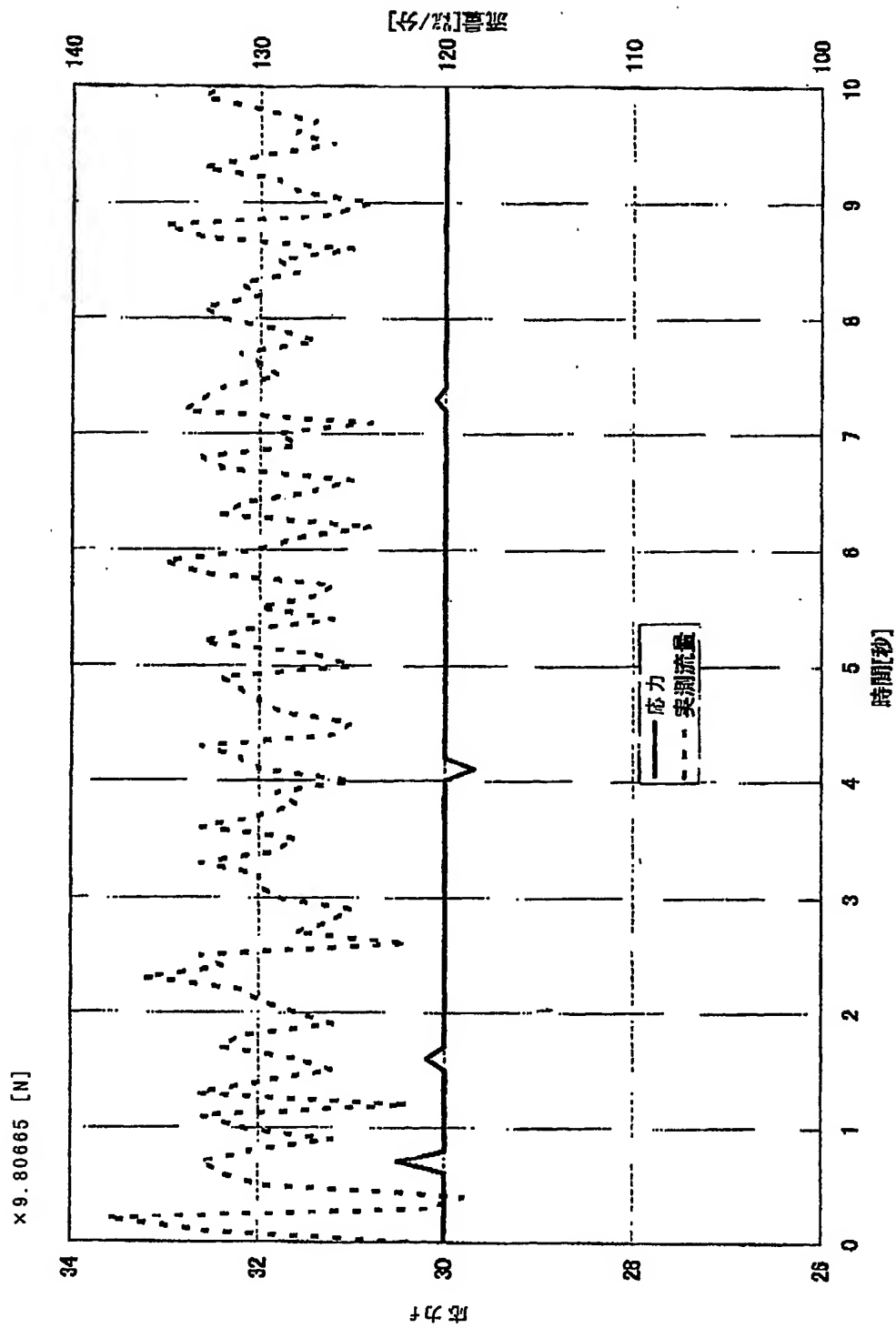
【図3】



【図4】

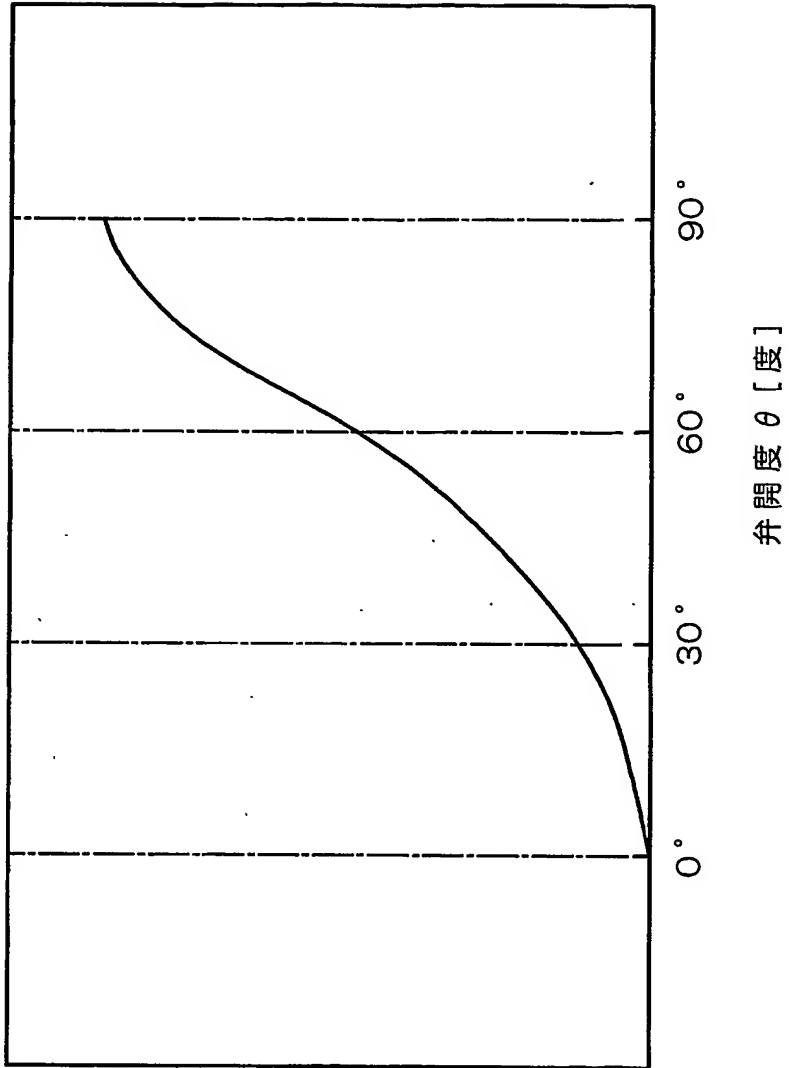


【図5】



【図 6】

CV 値



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 弁の構造内において検出を行うことが可能であり、しかも、従来よりも感度及び精度の高い流量測定が可能な弁構造、この弁構造を用いた流量測定装置、又は、この弁構造を用いた流量制御装置を提供する。

【解決手段】 流量調整弁 1 1 の弁体 1 1 b に連結された軸支部 1 1 d と、ハウジング 1 1 a との間に配置されたロードセル等よりなる応力検出器 1 3 A を備えた応力検出手段 1 3 を設ける。この応力検出手段 1 3 から得られる応力  $f_m$  と、弁開度検出手段 1 2 から得られる弁開度  $\theta_m$  とによって流量算出手段 1 4 が流量  $Q_m$  を求める。制御手段 1 5 は、流量  $Q_m$  に基づいて、弁体駆動手段 1 8 を制御し、弁体 1 1 b を開閉駆動する。流量を従来よりも高い感度及び精度で求めることができ、コンパクト且つ簡易な構造で安定したデータを得ることができる。

【選択図】 図 1

認定 - 付加情報

特許出願の番号	特願2002-031190
受付番号	50200170048
書類名	特許願
担当官	後藤 正規 6395
作成日	平成14年 2月12日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 2月 7日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000222369]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都中央区日本橋室町1丁目5番7号
氏 名	東洋バルヴ株式会社